

Uma Ferramenta de Autoria para o Desenvolvimento de “*Adventures Educativas*” em Realidade Virtual

Patrícia Cristiane de Souza, M. Sc.^{1,2}

Raul Sidnei Wazlawick, Dr. Eng.²

Augusto Bohner Hoffmann²

{pathy, raul, hoffmann}@inf.ufsc.br

UNIVALI - Universidade do Vale do Itajaí¹

Ciência da Computação - Campus VII - Biguaçu, SC

UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina²

Departamento de Informática e Estatística

Ciência da Computação

Cx. P. 476 88040-900 Florianópolis, SC

Resumo: Este trabalho apresenta uma ferramenta de autoria para ambientes educacionais altamente interativos baseados na crença de que o aprendiz constrói seu conhecimento quando se torna um agente ativo do seu processo de aprendizado. Estes ambientes possuem como paradigma os “adventure games” ou “role playing games”, nos quais o aprendiz está inserido em um micro-mundo virtual e interage com este através do próprio papel que desempenha ao se tornar um personagem deste universo. Um protótipo da ferramenta de autoria, foi especificado e parcialmente desenvolvido. Também é apresentado um ambiente prototipado de uma possível aplicação desta ferramenta para demonstração de suas potencialidades. Este ambiente relaciona conceitos relativos à aprendizagem em engenharia civil.

Abstract: This article presents an authoring system to highly interactive educational environments based in the belief that the knowledge is built when the apprentice is an active agent of the learning process. Such environments have as a paradigm the adventure-games or role playing games. In these games the apprentice is inserted in a virtual micro-world. He interacts with the world through the role he plays when he becomes a character of this world. A prototype of the authoring tool was specified and partially developed. A prototyped environment of a possible application of this tool is also presented in order to demonstrate its potentialities. This environment relates concepts referent to learning in the subject of civil engineering.

Palavras-chave: *adventure games*, realidade virtual, *role-playing games*, sistema de autoria, *software* educacional.

Keywords: adventure games, authoring system, educational software, role-playing games, virtual reality.

1. Introdução

O uso de técnicas e ferramentas de hipermídia na educação, teve um elevado crescimento nos últimos anos. De um modo geral, pode-se observar que, o *software* hipermídia, apesar da riqueza visual e sonora (recursos de som, imagem, animação, etc.) que comporta, faz com que o aprendiz interaja com o ambiente como se estivesse manuseando um livro eletrônico. Infelizmente, na maioria dos casos, é pouca ou quase nula a possibilidade do

aprendiz intervir nesse ambiente para criar ou interagir de forma ativa sobre o objeto de conhecimento. E quando essa interação é permitida, ela consiste apenas na capacidade de adicionar novos textos e imagens ao sistema existente.

Diante disto, buscou-se um paradigma alternativo, onde o aprendiz interage ativamente na construção de conhecimento. Um exemplo de ambiente com tais características são os jogos do tipo "adventure", também conhecidos como "role playing games". Em tais jogos, os participantes são personagens de uma história que se desenrola, e suas ações vão modificar esta história à medida que ela acontece. Os participantes vêem-se frente a situações que exigem criatividade e conhecimento da estrutura do mundo no qual a história se desenrola, para poderem então ser resolvidas.

2. Jogos Educativos

Os jogos de uso geral, os quais buscam diversão e entretenimento, através de brincadeiras, quebra-cabeças, ou até mesmo combate, podem ser tratados como ambientes potencialmente educacionais por não possuírem a priori um fim educativo. Mas existe por trás deste tipo de ambiente um ganho educacional significativo, no que concerne ao estímulo de diversas habilidades por parte do jogador.

Os jogos promovem o desenvolvimento de habilidades de pensamento e raciocínio, e incorporam motivação ao ambiente, oferecendo assim, de uma maneira natural, meios para desenvolver tais habilidades. Com jogos aprende-se também a cooperar, barganhar, respeitar e projetar conseqüências de longo prazo em um cenário.

Jogos educativos são considerados potencializadores de motivação no reforço de habilidades e informações previamente ensinadas [LER 94]. Um único jogo pode desenvolver e aperfeiçoar diversos tipos de conceitos, sendo aplicável em diversas áreas do conhecimento.

3. Realidade Virtual e a Educação

A Realidade Virtual (RV) tem sido definida em [PAN 93], como um ambiente multimídia baseado em computador, altamente interativo, no qual o usuário torna-se um participante através do computador de um mundo "virtualmente real". Num ambiente virtual, o usuário não parece estar distante da tela do computador, mas torna-se parte da ação na tela, dando a sensação de participação.

RV é definida também como uma simulação gerada por computador de um mundo real ou imaginário. Ela pode ser gráfica (quando possui a representação gráfica do mundo) ou textual (quando possui a descrição textual do mundo).

Pode-se afirmar que, a realidade virtual tem o potencial para modificar a forma como as pessoas aprendem, pois reside no fato de permitir que o aprendiz explore ambientes, processos ou objetos, não através de livros, fotos, filmes, mas através da manipulação e análise virtual do próprio alvo de estudo. O que faz com que o aprendiz, aprenda sobre um assunto inserido no próprio contexto deste assunto, e receba, a cada ação que fizer, uma realimentação deste contexto.

Segundo Pantelidis em [PAN 95] existem diversas razões para usar a RV gráfica na educação, são elas:

- a) provê maior motivação aos usuários;
- b) possui um poder de ilustração para alguns processos e objetos muito maior do que outras mídias;
- c) permite tanto uma análise de muito perto quanto de muito longe dos objetos;
- d) permite que pessoas deficientes realizem tarefas que de outra forma não são possíveis;
- e) dá oportunidade para compreensão baseada em novas perspectivas;
- f) permite que o aprendiz desenvolva o trabalho no seu próprio ritmo;

g) permite ao aprendiz proceder através de um experiência durante um período de tempo não fixado pelo período de aula regular;

h) requer interação, encorajando a participação ativa do aprendiz.

O potencial das aplicações educacionais de Realidade Virtual foram categorizadas por Rory Stuart e John Thomas da NYNEX no artigo "The Implications of Education in Cyberspace", escrito para Multimedia Review no início dos anos noventa. De acordo com Stuart e Thomas, as aplicações RV podem capacitar os aprendizes para:

a) explorar lugares e coisas existentes nos quais os estudantes não poderiam ter acesso de outro modo;

b) explorar coisas reais que, sem alterações da escala no tamanho e tempo, não poderiam ser efetivamente examinadas;

c) criar lugares e coisas com qualidade natural ou alterada;

d) interagir com pessoas que estão em locais remotos;

e) interagir com pessoas de modo não-realístico;

f) interagir com seres virtuais, tais como representações de figuras históricas;

g) criar e manipular representações conceituais abstratas, como estrutura de dados e funções matemáticas.

4. Teoria Construtivista

O uso da informática na educação deve ser fundamentado em teorias, como a construtivista, que enfatizam o processo de construção do conhecimento pelo aluno. Como é enfatizado por Ramos, em [RAM 95], "se a perspectiva pedagógica adotada, for opressora, então não haverá aprendizado. Não importa quão maravilhosa seja a ferramenta."

Sob a perspectiva construtivista, o pensamento é a base em que se fundamenta a aprendizagem, e esta é uma construção centrada na pessoa que a realiza. Piaget [PIA 76], revelou que o ser humano tem uma pré-disposição para pensar, julgar, argumentar com bases racionais, e necessita desenvolver estas potencialidades no decorrer da vida. Portanto, é importante ressaltar que o conhecimento é produzido na interação com objetos do ambiente, propiciando o desenvolvimento de esquemas mentais e, por conseguinte, o aprendizado.

A teoria construtivista [NOV 95] propõe que o aluno participe ativamente do próprio aprendizado, mediante a experimentação, a pesquisa em grupo, o estímulo à dúvida e o desenvolvimento do raciocínio, entre outros procedimentos. Esta teoria, rejeita a apresentação de conhecimentos prontos ao estudante, como um prato feito. Daí o termo "construtivismo", pelo qual se procura indicar que uma pessoa aprende melhor quando toma parte de forma direta na construção do conhecimento que adquire.

O construtivismo enfatiza a importância do erro não como um tropeço, mas como um trampolim na rota da aprendizagem. O erro passa a ter um caráter "construtivo", isto é, serve como propulsor para se buscar a conclusão correta. Para os construtivistas não se aprende por pedacinhos, mas por mergulhos em conjuntos de problemas que envolvem vários conceitos ao mesmo tempo.

Vários são os fatores que levam a crer que a Teoria Construtivista vem de encontro com os ambientes de aprendizagem de Realidade Virtual (RV). Através desta emergente tecnologia, consegue-se criar ambientes para a construção do aprendizado. O aprendiz pode ele mesmo vivenciar as experiências passando de um mero espectador à um agente ativo do seu próprio aprendizado. Isto é verificado não apenas em ambientes imersivos, mas também naqueles em que o aprendiz atua no papel de personagem do mundo virtual, através de um avatar.

5. Ferramenta de Autoria

Esta seção apresenta a especificação de uma ferramenta de autoria para a criação de

adventures educacionais. Tal sistema pretende ser um facilitador de forma que os próprios professores e alunos se tornem autores de jogos educativos.

A ferramenta em si permite ao autor a criação de objetos virtuais e também a disposição destes objetos, constituindo assim os cenários do ambiente. Os objetos podem ser de diversas formas, desde cadeiras, lixeiras, computadores, e, também, personagens que irão compor o micro-mundo. Nesta perspectiva, o próprio aprendiz inserido no ambiente do adventure educacional será modelado como um de seus personagens.

A ferramenta também permite a criação de duas formas de interação dentro do ambiente. Através de verbos que irão ativar os objetos, podendo alterar ou não seu comportamento, e através da comunicação entre personagens, sejam eles “reais” ou não - os quais seriam representados pelos aprendizes e pelos “bots” (termo originário da palavra “robot”), respectivamente. A conversação entre personagens é feita através de linguagem natural, podendo induzir certas respostas e/ou mudança de comportamento por parte do outro personagem.

A ferramenta possui alguns componentes básicos:

- a) ambiente físico virtual, composto pelos personagens (representação dos usuários) e pelos objetos, os quais são orientados a eventos;
- b) conjunto de agentes autônomos (“bots”), que ajudam a povoar o mundo;
- c) interface de usuário, que permite um ou mais usuários participarem e interagirem no mundo;
- d) módulo de processamento de linguagem natural, que permite a interação entre usuários e bots.

A prototipação da ferramenta foi desenvolvida com a linguagem Delphi 2.0. Este protótipo serve apenas como modelo para a implementação final do sistema de autoria aqui proposto.

Os objetos tridimensionais são modelados através da linguagem VRML 2.0 (Virtual Reality Modeling Language) e seus *scripts* em Java.

A ferramenta de autoria apresentada engloba vários componentes, como descrito acima. A ênfase do esforço neste projeto até o momento, foi especificar uma ferramenta que elucidasse o melhor de um ambiente de aprendizado, e a partir daí, desenvolver um componente do sistema, que trata principalmente da interação com os objetos, sua criação assim como dos cenários, e, por conseguinte a elaboração do micro-mundo.

A ferramenta desenvolvida possui três módulos principais, que estão intimamente ligados, e três bibliotecas: de cenários, de objetos pré-definidos e de personagens. Pode-se dizer pelo modo que a mesma foi implementada que o módulo de composição engloba os sub-módulos edição e implementação.

5.1 Módulo Edição

O módulo de edição é um módulo composto por ferramentas de edição, onde o autor pode criar imagens tridimensionais para utilizar em seu micro-mundo. É o módulo de criação dos cenários, objetos e personagens. Nele o autor pode também importar imagens feitas em outros editores de imagens 3D (em VRML), ou contar com alguns filtros, também chamados de conversores, que transferem outros tipos de arquivos para arquivos VRML 2.0, à exemplo do conversor Community Place criado pela Sony.

Tanto as imagens criadas neste módulo, como também as importadas, podem ser armazenadas nas bibliotecas da ferramenta, criando assim bibliotecas cada vez mais personalizadas além de facilitar a reutilização das imagens. Entretanto, este módulo ainda não está disponível nesta versão do protótipo.

5.2 Módulo Composição

O módulo de composição, como o próprio nome diz, permite a composição do micro-mundo através da elaboração dos cenários, definindo a disposição dos objetos em cada ambiente que compõem o mundo virtual.

Pode-se dizer que este é o módulo principal, pois neste módulo o autor seleciona as

imagens dos cenários, dos objetos e dos personagens (através das respectivas bibliotecas), e também define as variáveis de cada objeto. Por exemplo o objeto torno mecânico teria o seguinte conjunto de variáveis: ligado (indica se o aparelho está ligado ou não), velocidade de rotação (indica a velocidade de rotação do aparelho), profundidade (indica o quanto a ferramenta retira de material da peça), etc. Este conjunto de variáveis representaria o estado do objeto.

Outra característica importante dos objetos do micro-mundo é que cada um deles pode ter diversas imagens associadas. Utilizando o exemplo do torno mecânico, poderia haver uma imagem associada ao seu estado desligado e outra ao estado ligado. Nesse caso, o botão *on* estaria aceso, haveria um vínculo a um som que representaria o funcionamento do aparelho, etc.

O autor, quando utiliza da biblioteca de objetos pré-definidos, na verdade, está selecionando imagens que estarão associadas a um nome (nome do objeto). A partir daí, ele define as variáveis do objeto e ativa o módulo de interação.

A Figura 1 apresenta a janela principal da ferramenta que corresponde ao Módulo de Composição. Esta janela está formada como segue: Cenários, Objetos e Personagens, Campo de Visualização, Barra de Ferramentas Personalizada, e Coordenadas (X,Y) da posição do mouse, para o campo de visualização.

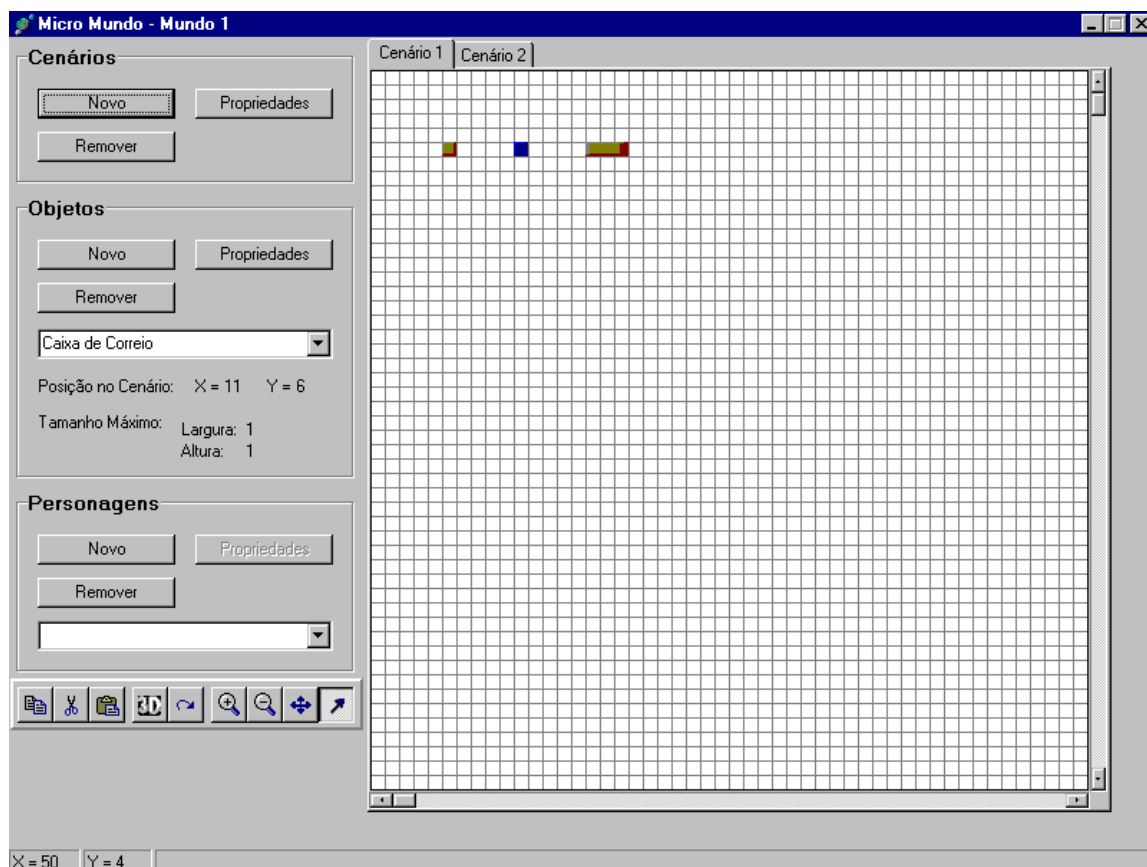


Figura 1 - Tela Principal da Ferramenta de Autoria

Os cenários, a medida que forem criados, são automaticamente indexados um após o outro, como uma seqüência de fichas. O cenário ativo, é sempre a “ficha” superior - na Figura 1 é o Cenário 1.

A Barra de Ferramentas possui as seguintes funções: copiar, recortar, colar, visualização tridimensional, girar objeto, mais *zoom*, menos *zoom*, deslocar objeto e seleção de objeto. A função de cada botão é mostrada ao simples passar do *mouse* sobre o botão.

O Campo de Visualização representa o cenário e auxilia o autor na distribuição dos objetos.

Algumas operações podem ser feitas no Campo de Visualização, como por exemplo, ao simples passar do *mouse* sobre o objeto, é apresentado seu nome, e com um duplo-clique ativa-se a janela Propriedades do Objeto. Utilizando a Barra de Ferramentas, o autor pode operar os objetos, movê-los, copiá-los, etc.

5.3 Módulo de Interação

Neste módulo o autor define as regras de interação com os objetos e quais alterações estas regras causarão em cada objeto, as formas de diálogo entre os personagens, além de definir como os cenários estão ligados uns aos outros.

A interação com os objetos é criada a partir de vários comandos verbalizados, estes comandos definem juntamente com o conjunto de variáveis do objeto, o comportamento que este terá ao ser acionado. A ferramenta de autoria possui um conjunto de comandos e o autor define a partir destes, qual comportamento terá cada objeto em relação a cada comando. Estes comandos ficam disponíveis no micro-mundo em forma de botões que permitem ao aprendiz manipular os objetos. São eles:

- a) abrir - permite abrir um objeto para examinar seu interior, por exemplo, abrir uma caixa de correspondências;
- b) fechar - esta opção serve para fechar um objeto aberto, por exemplo, fechar uma caixa ou mesmo fechar uma porta;
- c) pegar - permite guardar o objeto selecionado com esta opção no container do usuário, por exemplo, armazenar uma chave que depois pode ser usada para abrir uma porta;
- d) entregar - esta opção é utilizada quando se deseja entregar algum objeto que está em posse do usuário para outro personagem, ou mesmo largá-lo no ambiente;
- e) usar - com esta opção pode-se utilizar um objeto que está de posse do usuário ou não, ou seja, o usuário pode utilizar um objeto que está no container ou que está diretamente do ambiente;
- f) examinar - permite examinar com mais detalhes o objeto selecionado, podendo, por exemplo, analisar o estado interno do objeto;
- g) mover - este comando é utilizado para mover um objeto no ambiente.

Estes comandos são representados pela ferramenta em forma de botões que compõem um menu fixo na parte inferior da tela, portanto o aprendiz pode caminhar e explorar livremente o ambiente, inspecionando os objetos de ambos os lados. A interação geralmente ocorre através de um clique no botão seguido de um clique no objeto que se deseja manipular.

O menu também possui um botão representando o container do usuário, que ao ser acionado mostra os objetos em seu poder. Mesmo dentro do container, os objetos podem ser manipulados através dos comandos.

As operações de inspeção e também de navegação pelo ambiente são realizadas através do browser 3D, que já implementa as possibilidades de caminhar e flutuar dentro do ambiente, além de rotacionar um objeto, aproximar-se ou distanciar-se dele.

Os tipos de comportamentos que o objeto pode ter em relação a cada comando acionado, são listados abaixo:

- a) responder com uma frase;
- b) ser retirado do cenário, neste caso tem-se três hipóteses: (i) ser retirado o objeto do ambiente e guardá-lo com o usuário, (no caso, o sistema implementa um container (repositório) para cada usuário, onde este pode armazenar objetos e utilizá-los quando desejar); (ii) ser pego por um usuário e entre a outro; (iii) ser pego por um usuário para ser utilizado (por exemplo, uma chave mecânica que é retirada de cima do balcão e colocada no torno mecânico);
- c) acionar um outro cenário (por exemplo, uma porta fechada, ao ser acionado o comando abrir, seria carregado um outro cenário), neste caso, a relação objeto-comando seria um *link* para um outro cenário;
- d) testar o estado do objeto ou de algum outro, ou seja, testar o valor de alguma de suas

variáveis, como por exemplo, verificar qual imagem de um determinado objeto está sendo visualizada no momento;

e) ter o seu estado testado, ou seja, alterar alguma de suas variáveis;

f) não responder, ou seja o comando nada interfere no comportamento do objeto.

O autor do micro-mundo pode definir os comportamentos dos objetos, de dois modos, através do Modo Visual e Modo *Script*. Estes objetos são denominados orientados à eventos, pois a cada evento, o objeto pode responder de uma maneira diferente.

No Modo Visual (Figura 2), o autor conta com as ações definidas e trabalha a partir da seleção das ações, através de botões. Ele pode também compor várias ações que o objeto executará em função da ocorrência de um evento apenas. Por exemplo, o objeto pode ao mesmo tempo responder com uma frase e alterar alguma de suas variáveis. No sistema isto é chamado de múltiplos comportamentos.

O Modo Visual é propício para pessoas que não possuem conhecimento sobre programação, facilitando a definição dos comportamentos para os objetos sem precisar aprender uma linguagem de programação.



Figura 2 - Tela do Módulo de Interação - Modo Visual

Para tanto, o Modo *Script* é propício a programadores, pois neste modo o autor define os comportamentos através da linguagem Java.

O autor pode também desenvolver no Modo Visual, e conferir sua programação no Modo *Script*.

Após executar o módulo de interação, o objeto criado é exibido nas coordenadas X=1 e Y=1 do cenário, podendo então ser arrastado para a posição desejada.

5.4 Bibliotecas

A ferramenta conta com três bibliotecas que possuem imagens de cenários, de objetos pré-definidos e de personagens. Estas imagens podem ser utilizadas, reutilizadas e também modificadas pelo autor, criando assim outras imagens a serem adicionadas às bibliotecas, tornando-as cada vez mais personalizadas.

- a) biblioteca de cenários - disponibiliza alguns modelos de fundo de cenário, tais como um deserto, um dia ensolarado, um sala (vazia), entre outros;
- b) biblioteca de objetos pré-definidos - possui diversos tipos de imagens de objetos, por exemplo, caixa de correio, cadeira, aparelhos, livros, etc. Está dividida em repositórios, cada um possui objetos afins, por exemplo, repositório de móveis, lá se encontram cadeiras, mesas, estantes, entre outros (Figura 3);
- c) biblioteca de personagens - contém diversos tipos de personagens, que representam os "seres humanos", como também os "bots". Está também dividida em repositórios.



Figura 3 - Biblioteca de Objetos Pré-definidos

6. Constituição dos “Adventures Educacionais”

Os Adventures Educacionais criados pela ferramenta de autoria proposta são denominados de micro-mundos. Os micro-mundos são implementados em um ambiente de realidade virtual distribuído, tridimensional, composto por vários cenários, cada um dos quais contendo objetos com propriedades próprias e personagens. Os cenários podem estar ligados uns aos outros de diversas maneiras, o que é definido pelo autor do micro-mundo. Em tal ambiente, o caminho que o usuário percorre através de suas próprias ações não ocorre de forma linear, ou seja, não há de forma explícita uma ordem seqüencial dos cenários.

Os objetos são tridimensionais e possuem propriedades tais como forma, tamanho, cor, textura, e possuem também um conjunto de variáveis próprias que determinam o seu estado, além de um comportamento orientado a eventos. Este comportamento é modificado em função do evento gerado (ou seja, através da ação executada sobre ele) e do seu estado.

Os personagens são capazes de manipular os objetos do micro-mundo, podendo eventualmente carregá-los e mudar seus estados, além de interagir uns com os outros através de diálogos em linguagem natural. Os personagens podem ser usuários (aprendizes) ou programas (“bots”), ambos tendo representações físicas semelhantes dentro do micro-mundo.

Cada “bot” representa um papel no micro-mundo. Em contato com os aprendizes, o “bot” pode atuar como uma espécie de tutor, corrigindo rumos, dando sugestões, forçando o

aprendiz a modificar sua ação, etc., dependendo da sua personalidade. Para implementar tal conceito se torna propício utilizar da teoria de agentes, [RUS 95, WOO 95]. Este módulo ainda não está disponível no atual protótipo.

7. Modelo Prototipado de Aplicação

Esta seção apresenta um protótipo de um micro-mundo aplicado à área de engenharia civil relacionada ao projeto estruturado. Tal micro-mundo é composto de uma obra acabada, mas com problemas estruturais. O objetivo deste protótipo é dar uma idéia de como podem ser os ambientes criados pela ferramenta de autoria.

O usuário do ambiente se encontra na situação de um engenheiro civil que precisa detectar e avaliar as causas dos problemas na obra, para então poder solucioná-los. Para isto o usuário tem plena liberdade sobre os objetos contidos no micro-mundo, como por exemplo, vigas, pilares, portas, etc.

A aplicação protótipo apresenta problemas no arranjo estrutural decorrentes da falta de exatidão no cálculo dos elementos estruturais do projeto, acarretando assim o surgimento de fissuras nas estruturas de concreto e paredes. No exemplo apresentado são previstos apenas problemas relacionados ao peso excedente sobre vigas e pilares da obra. Outros fatores determinísticos de fissuras, tais como: umidade do ar, temperatura, fundação, entre outros, não foram considerados neste protótipo.

O protótipo foi implementado com a integração das linguagens VRML 2.0 e Java, e pode ser visualizado através do browser Community Place da Sony.

A tela de abertura da aplicação exibe o micro-mundo prototipado, composto pelo cenário e pelo menu de ações para a manipulação dos objetos. Esta tela é apresentada na Figura 4, sobre o browser utilizado, o qual possui ícones e botões padrões para navegação.

O aprendiz quando entra no ambiente, já possui consigo uma trena com a qual pode fazer medições nas peças estruturais da obra - vigas, pilares, etc. As vigas e pilares empilhadas no lado de fora da obra são de tamanhos diferentes e podem ser utilizadas pelo aprendiz para realização de testes no interior da obra. Estes testes consistem na colocação de vigas ou pilares em determinadas posições e verificação dos resultados.

A filosofia da ferramenta concentra-se em permitir que o aprendiz desenvolva sua capacidade de percepção dos problemas a serem solucionados, tente resolvê-los através de experimentos, e, com os resultados colhidos avalie seu próprio conhecimento sobre o domínio da problemática em que se encontra.

O ambiente se caracteriza por ser uma simulação da prática de um engenheiro civil. Além do fato de ser uma forma muito mais atrativa do que o desenho bidimensional dos vegetais e cópias heliográficas, os quais já estão se tornando instrumentos obsoletos.

Na Figura 5, pode-se ter uma visão interna da obra, possibilitando visualizar algumas fissuras, a título de ilustração.



Figura 4 - Tela de apresentação



Figura 5 - Visão interna do micro-mundo

8. Considerações Finais

Através da construção do primeiro protótipo da ferramenta de autoria, pode-se avaliar com clareza todos os aspectos que envolvem a construção de um ambiente de tal porte. A pesquisa envolveu desde um estudo sobre as linguagens VRML e Java, ambas em contínua

adaptação e crescimento. Vários testes foram realizados para garantir a identidade destas linguagens com a proposta deste projeto, até se ter esta certeza.

As pesquisas feitas também concluíram a inexistência de uma ferramenta com características semelhantes à desenvolvida.

Esta implementação, serviu como base para se fazer uma análise dos aspectos envolvidos, tais como a relação entre os módulos, a forma como estes seriam modelados dentro da ferramenta, etc. Uma grande preocupação foi torná-la agradável o suficiente para que leigos em informática se sentissem a vontade em criar micro-mundos com tal ferramenta.

Com a criação do micro-mundo para a engenharia, pôde-se verificar que os ambientes construídos sob o paradigma proposto, promovem um alto grau de controle do aprendiz; enfatizando os aspectos individuais e a criatividade, uma vez que centram-se na descoberta e na invenção de possibilidades de resolução. O controle do aprendiz também estimula um conjunto de resultados efetivos, dos quais pode-se citar: o aumento dos níveis de atenção e a realização de atividades mais positivas. Contudo, o maior resultado efetivo está refletido na autonomia do aprendiz para criar o seu próprio conhecimento. Isto pode ser alcançado pela exploração do ambiente e através das atividades que este deve executar afim de descobrir o conhecimento intrínseco do ambiente.

9. Referências Bibliográficas

- [LER 94] LERNER, M. **Uma Avaliação da Utilização de Jogos na Educação**. ANAIS do III Encontro da Educação com a Informática: você fazendo acontecer. Faculdade Carioca, R.J., 1994.pp. 103-105.
- [PAN 93] PANTELIDIS, Verônica S. **Virtual Reality in the Classroom**. Educational Technology. Vol. 33. Apr, 1993.pp. 23-27.
- [PAN 95] PANTELIDIS, Verônica S. **Reasons to Use Virtual Reality in Education. VR in the Schools**. Vol 1, Issue 1. Jun, 1995.pp. 9.
- [PIA 76] PIAGET, Jean. **A equilibração das Estruturas Cognitivas - Problema Central do Desenvolvimento**. Editora Zahar. Rio de Janeiro, RJ, 1976.
- [RAM 95] RAMOS, Edla M. F. **Análise Ergonômica do Sistema HiperNet buscando o Aprendizado da Cooperação e da Autonomia**. Projeto de Tese submetido ao programa de Pós-graduação em engenharia de produção, UFSC. Florianópolis, SC, 1995.
- [NOV 95] **O tira-teima do construtivismo - 50 grandes e pequenas dúvidas esclarecidas**. Nova Escola. Março,1995.pp. 8-13.
- [RUS 95] RUSSELL, Stuart & NORVIG, Peter. **Artificial Intelligence: A Modern Approach**. Prentice Hall Series in Artificial Intelligence, New Jersey. 1995.
- [WOO 95] WOOLDRIDGE, Michael & JENNINGS, Nicholas R. **Intelligent Agents: Theory and Practice**. Springer-Verlag, Berlin.1995.